

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 791 877 A1

(12)

## DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:  
27.08.1997 Bulletin 1997/35

(51) Int Cl. 6: G06F 1/00

(21) Numéro de dépôt: 97400398.0

(22) Date de dépôt: 24.02.1997

(84) Etats contractants désignés:  
DE GB

• Stoffel, Laurent  
92130 Issy les Moulineaux (FR)

(30) Priorité: 26.02.1996 FR 9602340

(74) Mandataire: Dubois-Chabert, Guy et al  
Société de Protection des Inventions  
25, rue de Ponthieu  
75008 Paris (FR)

(71) Demandeur: FRANCE TELECOM  
75015 Paris (FR)

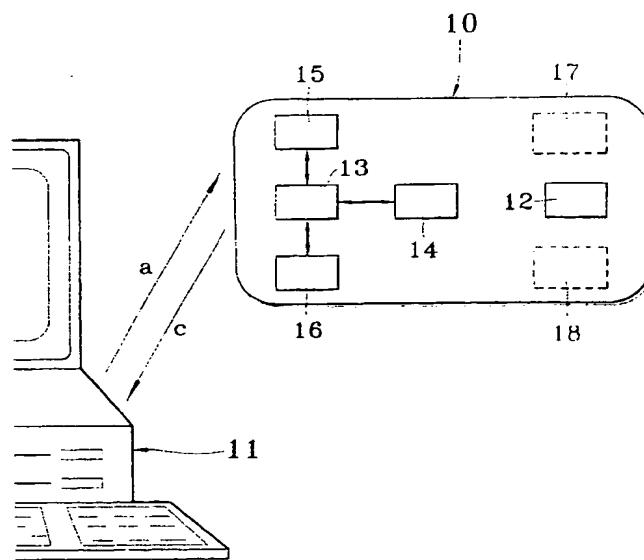
(72) Inventeurs:  
• Arditti, David  
92140 Clamart (FR)

### (54) Dispositif électronique délivrant une référence temporelle sûre pour la protection d'un logiciel

(57) L'invention concerne un dispositif électronique délivrant une référence temporelle sûre pour la protection de logiciels apte à être connecté à un ordinateur (11), ledit dispositif comportant un microcontrôleur (13), une horloge interne (16) et une batterie interne (12), le microcontrôleur mettant en oeuvre un logiciel spécifique

dont l'algorithme est un algorithme cryptographique asymétrique, qui repose sur l'utilisation d'une fonction de signature secrète et d'une fonction de vérification publique. Ledit dispositif contient la fonction de signature secrète, alors que le logiciel, auquel il est associé, contient la fonction de vérification publique qui ne permet que la vérification.

FIG. 1



**Description****Domaine technique**

La présente invention concerne un dispositif électronique délivrant une référence temporelle sûre pour la protection d'un logiciel, ce dispositif étant apte à être connecté à un ordinateur.

**Etat de la technique antérieure**

Tous les ordinateurs, du calculateur scientifique au modèle familial, possèdent une horloge interne et disposent ainsi d'une référence temporelle. De nombreux systèmes ou logiciels utilisent une telle référence temporelle pour différentes fonctionnalités non liées à leur protection. Une telle référence, en effet, est accessible et modifiable à l'aide du système d'exploitation de l'ordinateur concerné. Elle ne constitue donc pas une référence sûre.

Le piratage de logiciels (copies illicites, utilisation non conforme à la licence d'utilisation, ...) est très courant et constitue un préjudice important pour leurs éditeurs. De nombreux procédés de protection ont été utilisés à ce jour avec plus ou moins d'efficacité.

Il existe des versions de démonstration des logiciels, dans lesquelles certaines fonctionnalités importantes ne sont pas disponibles, mais aucune licence ne permet l'utilisation d'un logiciel avec toutes ses fonctionnalités pour une durée limitée. Ainsi la location ou la location-vente de logiciels, n'existe pas, car il n'y a pas de protection adaptée à de tels concepts.

De manière générale, il est très intéressant de disposer d'une référence temporelle sûre pour pouvoir concevoir de nouveaux mécanismes de protection des logiciels ou des systèmes.

A l'heure actuelle, les protections les plus sûres utilisent des moyens matériels associés aux logiciels, appelés de manière générique "dongles" ou "clés électriques". Ces moyens matériels sont de petits objets externes (boîtiers, disquettes, ...) qui peuvent être connectés aux ordinateurs notamment par leurs ports série ou parallèle. Un dongle utilise des signaux particuliers, et/ou tout autre "secret" de fabrication, permettant au logiciel de s'assurer de la présence de celui-ci au cours d'une exécution et d'accepter un échange d'informations.

Malheureusement un dispositif peut être placé en coupure entre un ordinateur et un dongle pour analyser les signaux échangés. Aussi l'utilisation d'un dongle présente les inconvénients suivants :

- si le dongle envoie toujours les mêmes signaux, un faux dongle peut alors rejouer les signaux enregistrés en fonction de ceux émis par l'ordinateur ;
- si les signaux renvoyés par le dongle sont obtenus à partir de signaux émis par l'ordinateur comme résultat d'un calcul secret, alors le logiciel dispose du

même secret dans son code pour vérifier l'authenticité des signaux transmis par le dongle ; par analyse du logiciel on peut alors retrouver ce secret pour réaliser ensuite un faux dongle.

5 Le comportement de dongles non cryptographiques peut ainsi être analysé à l'aide d'un dispositif en coupure ou par analyse du code du logiciel, pour être reproduit, par la suite, en l'absence de dongles.

10 Dans tous les cas de figure, les dongles actuels ne peuvent pas fournir de références temporelles, et donc a fortiori de références temporelles sûres.

15 De plus les dongles personnalisés pour un logiciel donné ne sont pas réutilisables par la suite pour un autre logiciel.

20 Certains systèmes ou logiciels distribués utilisent une référence de temps certifiée pour des fonctionnalités de sécurité. Une telle référence de temps est fournie par un ordinateur particulier (ou serveur), qui s'authentifie auprès des autres ordinateurs requérant son service. Mais cet ordinateur peut être "corrompu" par modification de son horloge interne, comme celle de n'importe quel autre ordinateur. Les autres ordinateurs lui font alors confiance mais l'heure fournie est inexacte. Un tel 25 fonctionnement utilisé à des fins de sécurité interne à une organisation n'est pas adapté à la protection de logiciels. En effet il s'agit alors de protéger un logiciel d'une organisation contre l'utilisation illicite de celui-ci par d'autres organisations ou individus.

30 Un ordinateur fournissant une référence temporelle certifiée (serveur horloge) ne peut être considéré comme sûr par un éditeur de logiciel car cette machine appartient à l'utilisateur et pas à l'éditeur de logiciel.

35 Il existe des cartes à microprocesseur utilisant un algorithme pour permettre une authentification et une certification. Mais ces cartes, qui ne sont pas alimentées, ne peuvent pas disposer d'une horloge interne pour délivrer une heure certifiée.

40 Ainsi les dispositifs actuels ne permettent pas à un ordinateur de disposer d'une référence temporelle sûre pouvant être utilisée par un logiciel pour lutter contre le piratage.

45 L'objet de l'invention est de fournir une référence temporelle sûre dans un dongle, se connectant par exemple aux ports série ou parallèle d'un ordinateur, qu'un logiciel peut interroger pour s'assurer :

- de la satisfaction des conditions d'utilisation du logiciel ;
- 50 de la présence du boîtier pour que le logiciel continue son exécution.

**Exposé de l'invention**

55 La présente invention concerne un dispositif électronique de vérification de l'utilisation licite d'un logiciel, apte à être connecté à un ordinateur, ledit dispositif comportant un microcontrôleur connecté à au moins une

mémoire, une horloge interne et une batterie interne, caractérisé en ce que le microcontrôleur utilise un algorithme cryptographique asymétrique, qui repose sur l'utilisation d'une fonction de signature secrète et d'une fonction de vérification publique, et en ce que ledit dispositif contient la fonction de signature secrète, alors que le logiciel contient la fonction de vérification publique.

Avantageusement le dispositif de l'invention est incorporé dans un boîtier scellé.

Ledit dispositif peut comprendre un compteur d'interrogations qui est incrémenté à chaque interrogation dudit dispositif, et un compteur de personnalisation qui permet de charger et de réinitialiser des "droits" d'utilisation, sous la forme de dates de début et/ou de fin de validité, de durée d'utilisation, etc..

Avantageusement l'algorithme est un algorithme cryptographique asymétrique pris parmi les algorithmes suivants : RSA, FIAT-SHAMIR, DSA-DSS, GQ, EL-GAMAL.

Avantageusement le dispositif de l'invention permet de limiter l'utilisation du logiciel pour une période de validité (trois mois d'utilisation à partir de la première utilisation par exemple), de limiter l'utilisation du logiciel à un certain nombre d'utilisations, et à l'aide d'une implémentation idoine du logiciel de limiter son utilisation à une durée approximative (environ cinq cents heures, par exemple).

Le dispositif électronique de l'invention peut être rechargeable et permettre de racheter du temps d'utilisation a posteriori sur un simple appel téléphonique.

Le dispositif électronique de l'invention accepte une postpersonnalisation par des ordres certifiés, et est réutilisable

#### Brève description des dessins

La figure illustre le dispositif électronique de l'invention.

#### Exposé détaillé de modes de réalisation

le dispositif électronique de l'invention (10), tel que représenté sur la figure 1, est apte à être connecté aux ports série ou parallèle d'un ordinateur 11. Il est alimenté par une batterie interne (12), et contient notamment un microcontrôleur (13), connecté à des mémoires par exemple de type RAM (14) et ROM (15), et une horloge interne (16).

Ce dispositif peut être incorporé dans un boîtier scellé. Un tel boîtier peut, s'il est ouvert, se réinitialiser ou se détruire par tout moyen physique approprié, incorporé dans celui-ci. Un tel moyen physique connu de l'homme de l'art permet d'éviter une diffusion d'informations secrètes et rend incidemment toute utilisation ultérieure du logiciel impossible.

Le dispositif de l'invention est reconnu par le logiciel considéré à l'aide d'un mécanisme de signature reposant sur un algorithme cryptographique asymétrique, par exemple du type RSA (ou Rivest-Shamir-Adelman), Fiat-Shamir, DSA-DSS, GQ (ou Guillou-Quisquater), El Gamal, comme décrit dans de nombreux documents et notamment l'ouvrage intitulé "Applied Cryptography" de Bruce Scheiner (Edition John Wiley & Sons, 2ème édition, partie III, chapitres 19 à 21, pages 461 à 512, et partie IV).

Un algorithme de signature asymétrique repose sur l'utilisation d'une fonction de signature secrète et d'une fonction de vérification publique. La connaissance d'une fonction ne permet pas de connaître l'autre. Le dispositif contient la fonction secrète, alors que le logiciel à protéger contient la fonction publique qui ne permet qu'une vérification. Le logiciel à protéger ne contient donc aucun secret, car la connaissance de la fonction publique ne permet pas de signer des messages.

Toutes les interrogations du dispositif sont effectuées par le logiciel, qui lui envoie un nombre aléatoire pour éviter le rejet, qui consiste pour une personne étrangère à observer une transaction quelconque entre deux dispositifs et à exécuter à nouveau cette transaction. Lorsque le dispositif répond, le nombre aléatoire est renvoyé avec la réponse à l'interrogation et la signature des données. Dans le cas particulier de l'algorithme RSA, la signature permet, par application de la fonction publique, de reconstituer les données.

L'observation des échanges entre l'ordinateur et le dispositif de l'invention n'est pas utilisable par une personne étrangère car ces échanges sont non déterministes et non rejouables (présence de l'aléa).

Si on prend l'exemple de l'algorithme RSA, S étant la fonction de signature secrète, P la fonction de vérification publique, a un nombre aléatoire, H l'heure (et la date), / indiquant l'opérateur concaténation, on a la signature :  $c = S(H/a)$ , et la fonction de vérification publique  $P(c) = H/a$ .

Lorsque le dispositif de l'invention est interrogé, il ne répond que si les modalités prévues sont toutes satisfaites (date de fin de validité non atteinte, durée d'utilisation non atteinte, ...).

On va, à présent, considérer le cycle de vie d'un boîtier ; lors de la fabrication, l'éditeur du logiciel réalise :

- l'introduction du numéro de série du boîtier ;
- l'introduction de la fonction secrète asymétrique de l'éditeur ;
- la mise à l'heure de l'horloge ;
- l'initialisation du compteur d'interrogations (17) : celui-ci, qui est incrémenté à chaque interrogation du boîtier, permet de faire une correspondance entre le nombre d'utilisations du logiciel et une certaine durée d'utilisation du logiciel ; ce qui presuppose une implémentation appropriée du logiciel ;
- l'introduction de la date de début de validité, de la date de fin de validité, de la durée d'utilisation...

Ces données ne sont plus modifiés jusqu'à une réinitialisation complète du boîtier (réutilisation). Elles seront appelées par la suite "droits d'utilisation".

Les procédures de personnalisation et de postpersonnalisation sont mises en oeuvre avant/pendant la vente (personnalisation) du logiciel et éventuellement en cours d'utilisation (postpersonnalisation) pour mettre à jour les données relatives à l'utilisation du logiciel.

Si le dispositif de l'invention est utilisé comme une horloge certifiée sans limitation de durée, des valeurs particulières sont attribuées aux registres correspondant à la date de fin de validité et à la durée d'utilisation.

Pour réaliser les échanges d'information le dispositif de l'invention accepte des ordres d'initialisation/ mise à jour des droits. Ces ordres sont certifiés par une procédure classique. Les certificats sont calculés par l'éditeur de logiciel grâce à un algorithme symétrique et à une clé secrète, qui donne son pouvoir d'attribution des droits à l'éditeur. Cette clé est contenue dans ledit dispositif et partagée avec l'éditeur. Chaque boîtier possède de une clé symétrique propre. L'éditeur est en mesure de retrouver toutes ces clés par un procédé classique de diversification d'une clé mère à partir du numéro de série du boîtier.

Un fichier de personnalisation contient les droits et leur certificat. Il est livré à l'utilisateur lors de l'achat du logiciel ou d'une mise à jour des droits. Ce fichier ne contient aucune information secrète.

Un tel fonctionnement permet une gestion des droits en absolu (date, nombre d'utilisations). Pour gérer ces éléments de façon incrémentale (ajouter 100 utilisations par exemple) il faut se prémunir contre le rejeu de la postpersonnalisation. Dans ce but, le dispositif possède un compteur de personnalisations (18).

Initialisé à 0, ce compteur est pris en compte dans le calcul des certificats. Le boîtier accepte la mise à jour des droits si la valeur transmise est strictement supérieure à la valeur courante. La valeur transmise est alors affectée au compteur.

La réinitialisation totale du boîtier, qui permet sa réutilisabilité, n'a pas besoin d'être certifiée.

## Revendications

1. Dispositif électronique de vérification de l'utilisation licite d'un logiciel, apte à être connecté à un ordinateur (11), ledit dispositif comportant un microcontrôleur (13) connecté à au moins une mémoire (14, 15), une horloge interne (16) et une batterie interne (12), caractérisé en ce que le microcontrôleur utilise un algorithme cryptographique asymétrique, qui repose sur l'utilisation d'une fonction de signature secrète et d'une fonction de vérification publique, et en ce que ledit dispositif contient la fonction de signature secrète, alors que le logiciel contient la fonction de vérification publique.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit dispositif est connecté audit ordinateur par ses ports série ou parallèle.

5 3. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il est incorporé dans un boîtier scellé.

4. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend un compteur d'interrogations (17) qui est incrémenté à chaque interrogation dudit dispositif.

10 5. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend un compteur de personnalisations (18) qui permet de charger et de réinitialiser des "droits" d'utilisation, sous la forme de dates de début et/ou de fin de validité, de durée d'utilisation.

15 6. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'algorithme est un algorithme cryptographique asymétrique pris parmi les algorithmes suivants : RSA, FIAT-SHAMIR, DSA-DSS, GQ, EL-GAMAL.

25

30

35

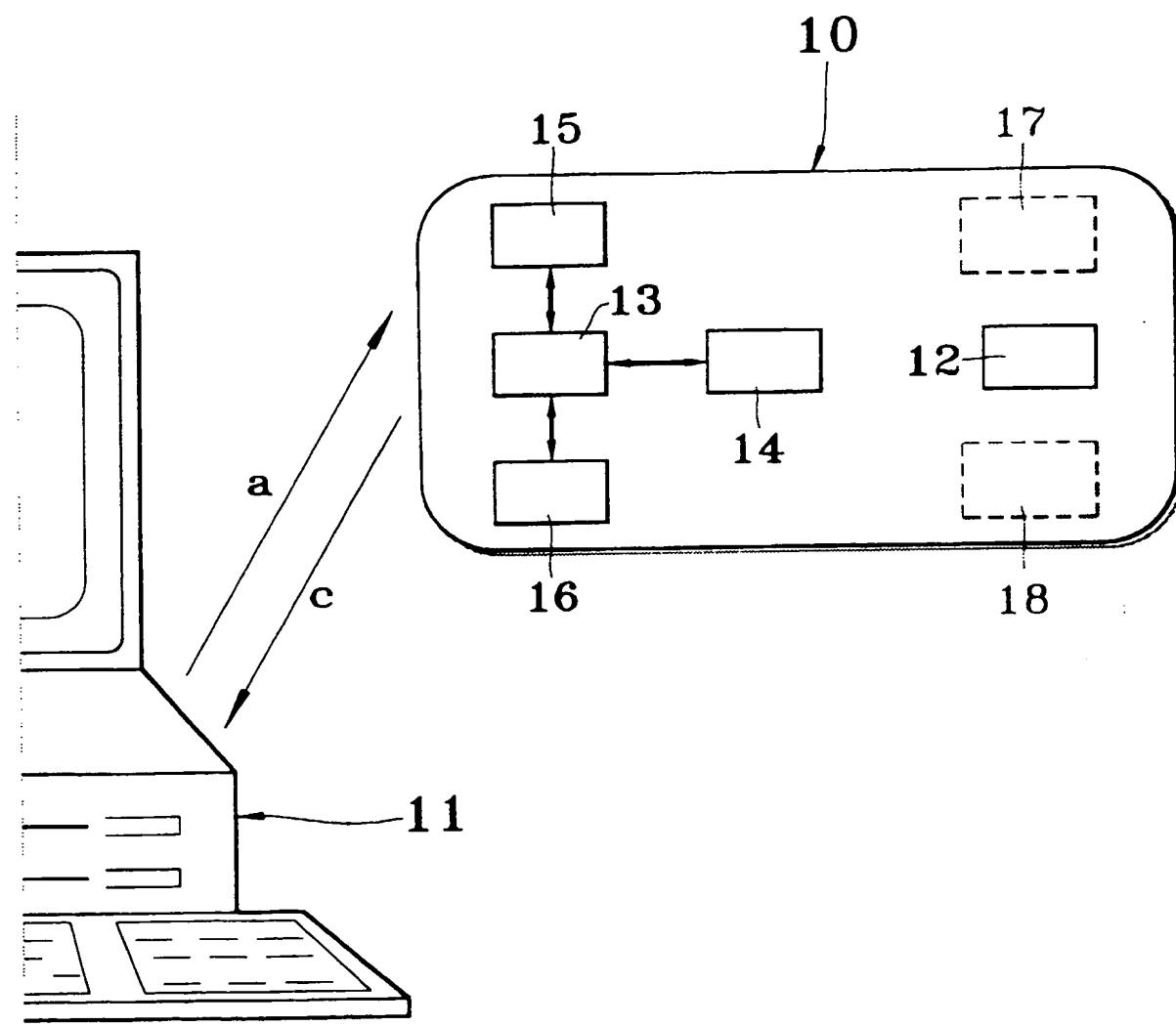
40

45

50

55

*FIG. 1*





Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 97 40 0398

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
X	WO 92 12485 A (BLANDFORD ROBERT R) 23 Juillet 1992 * page 2, ligne 18 - page 3, ligne 16 * * page 10, ligne 9 - page 12, ligne 4 * * page 13, ligne 17 - page 14, ligne 4; figure 1 * ---	1-3,6	G06F1/00
A	WO 88 05941 A (SOFTWARE ACTIVATION INC) 11 Août 1988 * page 8, alinéa 2 - page 17, alinéa 3; figure 1 * ---	1-6	
A	SIEMENS MAGAZINE OF COMPUTERS & COMMUNICATIONS, (COM), vol. XIV, no. 5, Septembre 1986, MUNCHEN DE, pages 14-16, XP002018528 D. KRUSE: "Guarding the operating system" * page 15, colonne de gauche, dernier alinéa - colonne de droite, alinéa 1; figure * -----	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.Cl.6)
			G06F
<p>Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications</p>			
Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur	
LA HAYE	2 Juin 1997	Moens, R	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgarion non-écrite P : document intercalaire			